

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-242417

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 27/22
A61B 3/113
G01B 11/00
G03B 35/20
G06T 17/40
H04N 7/18
H04N 13/04

(21)Application number : 2000-050998

(71)Applicant : MIXED REALITY SYSTEMS
LABORATORY INC

(22)Date of filing : 28.02.2000

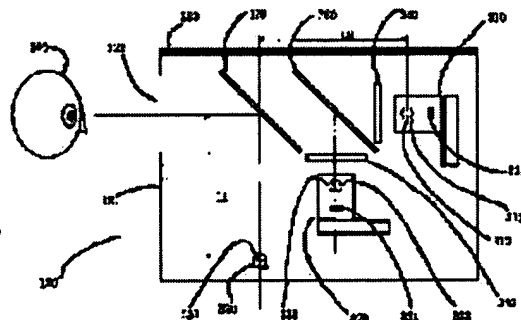
(72)Inventor : TAKIGAWA TOMOSHI
TANIGUCHI TAKASATO
TAKAGI AKINARI

(54) PUPIL POSITION DETECTOR AND IMAGE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a pupil position detector and an image display device using the same observable a stereoscopic image with satisfactory image quality, even when an observer's position changes by using a signal from the pupil position detector.

SOLUTION: In the pupil position detector which illuminates infrared light emitted from an infrared light emitting means to an observer and detects an observer's pupil position by using a photographic means, photographic lenses of the infrared light-emitting means and the photographic means are disposed optically coaxial, and the position of the light-emitting part of the infrared light-emitting means and the position of the entrance pupil of the photographic lens are almost in agreement optically.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.11.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-242417
(P2001-242417A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 2 B 27/22		G 0 2 B 27/22	2 F 0 6 5
A 6 1 B 3/113		G 0 1 B 11/00	H 2 H 0 5 9
G 0 1 B 11/00			B 5 B 0 5 0
		G 0 3 B 35/20	5 C 0 5 4
G 0 3 B 35/20		G 0 6 T 17/40	F 5 C 0 6 1
審査請求 有 請求項の数15 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-50998(P2000-50998)

(22) 出願日 平成12年2月28日 (2000.2.28)

(71) 出願人 397024225

株式会社エム・アール・システム研究所
神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

(72) 発明者 瀧川 智志

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

(72) 発明者 谷口 尚郷

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

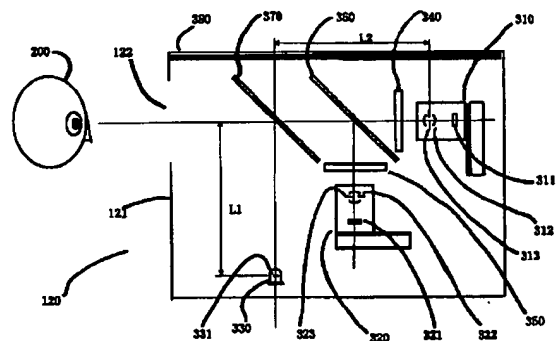
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 瞳孔位置検出装置及びそれを用いた画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 瞳孔位置検出装置からの信号を用いることによって良好な画質の立体画像を観察者の位置が変化しても観察することができる瞳孔位置検出装置及びそれを用いた画像表示装置を得ること。

【解決手段】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該赤外光発光手段と該撮影手段の撮影レンズが光学的に同軸に配置され、該赤外光発光手段の発光部の位置と該撮影レンズの入射瞳の位置が光学的に略一致していること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該赤外光発光手段と該撮影手段の撮影レンズが光学的に同軸に配置され、該赤外光発光手段の発光部の位置と該撮影レンズの入射瞳の位置が光学的に略一致していることを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 2】 前記赤外光発光手段の発光部の大きさが、前記撮影レンズの入射瞳の大きさより小さいことを特徴とする請求項 1 の瞳孔位置検出装置。

【請求項 3】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該撮影手段は赤外光を用いて撮影する第一の撮影手段と可視光を用いて撮影する第二の撮影手段を有し、該赤外光発光手段、第一の撮影手段、および、第二の撮影手段が光学的に同軸に配置されていることを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 4】 前記赤外光発光手段の発光部の位置と前記第一の撮影手段が有する撮影レンズの入射瞳の位置が光分割手段を介して光学的に略一致していることを特徴とする請求項 3 の瞳孔位置検出装置。

【請求項 5】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該撮影手段は赤外光を用いて撮影する第一の撮影手段と可視光を用いて撮影する第二の撮影手段と、該第一と第二の撮影手段の光路を分割する第一の光分割手段、および、該赤外光発光手段と該第一又は第二の撮影手段の光路を分割する第二の光分割手段を有することを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 6】 前記第一の光分割手段と第二の光分割手段が、それぞれ、可視光を反射し赤外光を透過する機能を有するコールドミラー、或いは、可視光を透過し赤外光を反射する機能を有するホットミラーからなることを特徴とする請求項 5 の瞳孔位置検出装置。

【請求項 7】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該撮影手段は赤外光を用いて撮影する赤外撮影手段を有し、
該赤外光発光手段と赤外撮影手段との光路を分割する光分割手段、および、それらを内部に含む筐体を有し、該光分割手段を介した赤外光の一部を吸収する光吸収手段を該筐体の一部に設けたことを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 8】 前記光吸収手段は、1ヶまたは複数個の赤外光吸収部材からなることを特徴とする請求項 7 の瞳孔位置検出装置。

【請求項 9】 赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該撮影手段は赤外光を用いて撮影する赤外撮影手段を有し、

該赤外光発光手段は、集光レンズを含む光学手段を有し、該光学手段は該赤外光発光手段の発光部を観察者の位置に結像するように配置されていることを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 10】 画像表示部を観察する観察者に赤外光発光手段から赤外光を投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該赤外光発光手段の発光部の位置と該画像表示部の画像表示の位置とを略一致させていることを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 11】 赤外光発光手段からの赤外光を光学手段で集光して観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、
該撮影手段は、赤外光を用いて撮影するための赤外撮像手段を有し、該赤外光発光手段と該赤外撮像手段が光学的に同軸に配置され、該赤外光発光手段の発光部の該光学手段による像の位置と該赤外撮像手段の撮影レンズの射出瞳の位置が光学的に共役位置にあることを特徴とする瞳孔位置検出装置。

【請求項 12】 前記赤外光発光手段の発光部の前記光学手段による像の大きさが、前記撮影レンズの射出瞳の大きさより小さいことを特徴とする請求項 11 の瞳孔位置検出装置。

【請求項 13】 請求項 1 から 12 のいずれか 1 項の瞳孔位置検出装置を備えていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 14】 請求項 1 から 12 のいずれか 1 項の瞳孔位置検出装置を備えた画像表示装置であって、該画像表示装置は該瞳孔位置検出装置で得られる観察者の瞳孔情報に基づいて画像表示動作を制御していることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 15】 前記画像表示装置は、ディスプレイの少なくとも一部に表示した視差画像を、観察者の左眼と右眼に導光する機能を有していることを特徴とする請求項 13 又は 14 の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は瞳孔位置検出装置及びそれを用いた画像表示装置に関し、例えば画像表示面を観察している観察者の眼の瞳孔位置を離れた場所から非接触で検出する際に好適なもので、テレビ、ビデオ、コンピュータモニタ、ゲームマシン等のディスプレイにおいて、特殊な眼鏡を使用することなく画像情報の立体観察を行う立体画像表示装置の立体視域の拡大等に最適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、特殊な眼鏡を使用しないで立体画像を表示する立体画像表示装置として、液晶パネル等の表示画面に左眼用の視差画像と右眼用の視差画像を表示し、レンチキュラーレンズやバリア等の光分離手段によりそれらの視差画像を観察者の左右眼に各々導光し、立体画像を認識させるものが知られている。

【0003】この種の立体画像表示装置では立体視の可能な領域に制限があるため、瞳孔位置検出装置等で観察者の目（瞳孔）の位置を検出し、その情報を基に立体視の領域を目の位置に追従する方法が、例えば、特許 第2662252に開示されている。

【0004】また、コンピュータのヒューマンインターフェース機能の向上のために、コンピュータ観察者の視線を検出し、観察者がどこを見ているかを検出するために、観察者の眼の瞳孔位置を検出する方法が、特公平7-82539号公報に開示されている。

【0005】さらに、自動車の運転者の居眠り状態や脇見状態などの挙動を知る目的で、運転者の眼の状態を観察するために、運転者の眼の位置を検出する方法が、特開平7-134800号公報に開示されている。

【0006】尚、本発明者らは特開平9-311294号公報において、画像表示ディスプレイの背面に2枚のレンチキュラーレンズを配置し、観察者の左右の眼に入る画像を分離する方式を用い、観察視域が広く、良好な立体画像の観察ができる立体画像表示装置を提案している。

【0007】更に、本発明者らは上記提案の改良提案として、特開平10-78563号公報において、観察者の観察位置を検知する視点位置検出手段によって得た情報により、観察者の移動に伴って立体視領域を左右、前後に移動させ追従する立体画像表示装置を提案している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来例に見られる様な用途に適用する目的で、人間の眼球情報の一つとして瞳孔位置を高い精度で、効率よく検出する瞳孔位置検出装置の提供を目的としている。

【0009】本発明は、瞳孔位置検出のために使用する赤外光を、効率よく利用した瞳孔位置検出装置の提供を目的とする。

【0010】本発明は、赤外光を利用して検出した瞳孔位置情報を基に、可視光領域で撮影した眼の画像を追尾する位置検出精度の高い瞳孔位置検出装置の提供を目的とする。

【0011】本発明は、瞳孔の水平、垂直位置とともに、検出装置と被検出者間の距離を同時に検出する瞳孔位置検出装置の提供を目的とする。

【0012】本発明は、良好なる画質の立体画像を観察することができる立体画像表示装置の提供を目的とする。

【0013】この他本発明は良好な画質の立体画像を観

察位置が変化しても良好に観察することができる立体画像表示装置の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該赤外光発光手段と該撮影手段の撮影レンズが光学的に同軸に配置され、該赤外光発光手段の発光部の位置と該撮影レンズの入射瞳の位置が光学的に略一致していることを特徴としている。

【0015】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記赤外光発光手段の発光部の大きさが、前記撮影レンズの入射瞳の大きさより小さいことを特徴としている。

【0016】請求項3の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該撮影手段は赤外光を用いて撮影する第一の撮影手段と可視光を用いて撮影する第二の撮影手段を有し、該赤外光発光手段、第一の撮影手段、および、第二の撮影手段が光学的に同軸に配置されていることを特徴としている。

【0017】請求項4の発明は請求項3の発明において、前記赤外光発光手段の発光部の位置と前記第一の撮影手段が有する撮影レンズの入射瞳の位置が光分割手段を介して光学的に略一致していることを特徴としている。

【0018】請求項5の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該撮影手段は赤外光を用いて撮影する第一の撮影手段と可視光を用いて撮影する第二の撮影手段と、該第一と第二の撮影手段の光路を分割する第一の光分割手段、および、該赤外光発光手段と該第一又は第二の撮影手段の光路を分割する第二の光分割手段を有することを特徴としている。

【0019】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記第一の光分割手段と第二の光分割手段が、それぞれ、可視光を反射し赤外光を透過する機能を有するコールドミラー、或いは、可視光を透過し赤外光を反射する機能を有するホットミラーからなることを特徴としている。

【0020】請求項7の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該撮影手段は赤外光を用いて撮影する赤外撮影手段を有し、該赤外光発光手段と赤外撮影手段との光路を分割する光分割手段、および、それらを内部に含む筐体を有し、該光分割手段を介した赤外光の一部を吸収する光吸収手段を該筐体の一部に設けたことを特徴とし

ている。

【0021】請求項8の発明は請求項7の発明において、前記光吸収手段は、1ヶまたは複数個の赤外光吸収部材からなることを特徴としている。

【0022】請求項9の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該撮影手段は赤外光を用いて撮影する赤外撮影手段を有し、該赤外光発光手段は、集光レンズを含む光学手段を有し、該光学手段は該赤外光発光手段の発光部を観察者の位置に結像するように配置されていることを特徴としている。

【0023】請求項10の発明の瞳孔位置検出装置は、画像表示部を観察する観察者に赤外光発光手段から赤外光を投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該赤外光発光手段の発光部の位置と該画像表示部の画像表示の位置とを略一致させていることを特徴としている。

【0024】請求項11の発明の瞳孔位置検出装置は、赤外光発光手段からの赤外光を光学手段で集光して観察者に投光し、観察者の瞳孔位置を撮影手段を用いて検出する瞳孔位置検出装置において、該撮影手段は、赤外光を用いて撮影するための赤外撮像手段を有し、該赤外光発光手段と該赤外撮像手段が光学的に同軸に配置され、該赤外光発光手段の発光部の該光学手段による像の位置と該赤外撮影手段の撮影レンズの射出瞳の位置が光学的に共役位置にあることを特徴としている。

【0025】請求項12の発明は請求項11の発明において、前記赤外光発光手段の発光部の前記光学手段による像の大きさが、前記撮影レンズの射出瞳の大きさより小さいことを特徴としている。

【0026】請求項13の発明の画像表示装置は請求項1から12のいずれか1項の瞳孔位置検出装置を備えていることを特徴としている。

【0027】請求項14の発明の画像表示装置は請求項1から12のいずれか1項の瞳孔位置検出装置を備えた画像表示装置であって、該画像表示装置は該瞳孔位置検出装置で得られる観察者の瞳孔情報に基づいて画像表示動作を制御していることを特徴としている。

【0028】請求項15の発明は請求項13又は14の発明において、前記画像表示装置は、ディスプレイの少なくとも一部に表示した視差画像を、観察者の左眼と右眼に導光する機能を有していることを特徴としている。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の瞳孔位置検出装置及びそれを用いた画像表示装置の各実施形態について説明する。

【0030】【実施形態1】本発明の瞳孔位置検出装置及びそれを用いた立体画像表示装置の実施形態1を図1から図5を用いて説明する。

【0031】図1は、ディスプレイ（画像表示部）110の全部又は一部に観察者の左右眼用のストライプ状の視差画像をそれぞれ分離独立して表示し、該視差画像を観察せしめ、ディスプレイ上に表示した視差画像を立体的に観察せしめることができる画像表示装置（立体画像表示装置）の外観図である。

【0032】同図において、100は立体画像表示装置の本体である。110はディスプレイ表示部（ディスプレイ）である。

【0033】111はディスプレイ表示部110のなかで立体像（視差画像）が表示され観察される3Dウインドウである。

【0034】120は観察者の眼の瞳孔位置を検出するための、本発明に係る瞳孔位置検出装置（視点位置検出手段）である。

【0035】図2は、図1の立体画像表示装置のシステムを説明するためのシステムブロック図である。

【0036】同図において、ディスプレイ表示部110は、ストライプ状の視差画像や2次元画像を表示する液晶等の透過型ディスプレイ（画像表示手段）210、離散的画素構造を持つ液晶などの透過型表示器からなる光変調器240、バックライト光源（光源手段）250、および、ディスプレイ210と光変調器240との間に配置された母線方向が互いに直交する2枚のレンチキュラーレンズ220、230を含む光学手段を有している。

【0037】ディスプレイ210には、視差のある立体像（視差画像）や視差のない普通の2次元画像が表示される。本実施形態において、例えば左右眼対応の2ヶの視差画像を多数の縦ストライプ状のストライプ画像に分割し、視差画像の要素である各ストライプ画像を画素毎（走査線毎）にならべ換えて合成して視差画像としている。

【0038】視差画像の表示される領域が図1の3Dウインドウ111に相当する。

【0039】3Dウインドウ111にストライプ状の視差画像を表示し、光変調器240からの光束を光学手段220、230を介して指向性の光束として視差画像を照明したとき、各視差画像に基づく光束が各々観察者の右眼と左眼に導光するようにしており、これによって立体画像を観察している。

【0040】260はディスプレイ駆動回路で、画像処理手段270からの信号に基づきディスプレイ210に画像の表示を行っている。

【0041】画像処理手段270からは3Dウインドウ111の大きさ、位置情報が信号合成回路280に出力される。

【0042】瞳孔位置検出装置120で検出された観察者の瞳孔位置情報も信号合成回路280に出力される。

【0043】信号合成回路280は、画像処理手段27

0と瞳孔位置検出装置120からの両情報をもとに光変調器240を駆動するための情報を生成し、光変調器駆動回路290に情報を出力する。

【0044】光変調器240は光変調器駆動回路290によって駆動され、その表示面にディスプレイ表示部210の3Dウインドウ部111に対応する領域には市松状のマスクパターン、2次元画像表示部に対応する領域には一様濃度の表示を行っている。これによってディスプレイ表示部210で、立体画像と、2次元画像の観察ができるようにしている。

【0045】尚、本実施形態における立体画像の観察及び2次元画像の観察原理については本出願人が先に提案した特願平10-322139号に詳細に示している。

【0046】200はディスプレイ110の観察者である。観察者200が移動した場合には、瞳孔位置検出装置120からの信号を用いて光変調器駆動回路290が光変調器240のマスクパターンの形成される領域を変化して観察者の移動した位置で立体視ができるように、そのマスクパターンの発光領域を追従制御している。

【0047】次に、観察者の瞳孔位置検出について説明する。

【0048】図3は、本実施形態1の観察者200の瞳孔位置（視線情報）を検出する瞳孔位置検出装置120の説明図である。

【0049】本実施例では画像表示装置の観察者に赤外光を投光し、目の網膜の反射光を利用して、離れた位置から目の瞳孔位置を検出している。

【0050】図において、121は瞳孔位置検出装置120の筐体であり、122は筐体に明けられた開口である。

【0051】310、320はビデオカメラなどの撮影手段である。

【0052】このうち撮影手段310は赤外光カメラ（赤外撮影手段）として用い、撮影手段320は可視光カメラ（可視撮影手段）として用いている。

【0053】311、321は可視光と赤外光に感度を有するCCDなどの撮像素子であり、312、322は撮影手段310、320を構成する撮影レンズである。

【0054】313、323は撮影レンズ312、322の入射瞳（絞り）である。

【0055】330は赤外光を発光するLED等の近赤外領域、例えば波長850nmにその分光ピークを持つ赤外光発光手段であり、レンズ付きLED、あるいは、LEDとコンデンサーレンズとの組み合わせであってもよい。

【0056】331は赤外光発光手段330の発光部である。

【0057】340は赤外光発光手段330の発光波長を透過するバンドパスフィルターであり、350は赤外光カットフィルターである。

【0058】360、370は、例えばハーフミラー等

の光分割手段である。

【0059】380は赤外光吸収部材であり、赤外光発光手段330からの赤外光のうち光分割手段370を透過した光線が筐体121の内面で反射しノイズ光となることを防止する作用をなす。

【0060】第1の撮影手段310、第2の撮像手段320は光学的に同軸で、且つ、観察者200（被写体）に対して同一の光学距離に配置され、画角も同一の値に設定されている。

【0061】赤外光発光手段330は両撮影手段310、320に対して同軸照明の配置となっている。

【0062】また、赤外光発光手段330の発光部331の配置位置は、観察者200（被写体）に対して、撮影レンズ312（322）の入射瞳313（323）の位置と光学的に等価の位置、すなわち、図に示すように光分割手段370から発光部331までの距離L1と光分割手段370から撮影レンズ312の入射瞳位置までの距離L2が光学的に等しくなる位置に配置されている。

【0063】赤外光発光手段330の発光部331の大きさは、それが眼球の網膜に形成された後に撮影手段の入射瞳径に入るようにしている。即ち発光部331の大きさは、撮影レンズ312の入射瞳313の面積（径）より小さく設定し、これによって光束の受光効率を良くしている。

【0064】一般に赤外光発光手段からの赤外光に基づく、観察者の眼による結像位置が撮影レンズ312の入射瞳313位置から光軸方向、或いは、面方向に外れてくると、光量損失が生じ網膜に形成された発光部に関する反射像とそれ以外の明るさの比が減少し、画像処理による反射像の検出が困難になる。

【0065】そこで本実施形態では赤外光発光手段330と撮影レンズ312とが同軸となり、赤外光発光手段330の発光部331の位置と撮影レンズ312の入射瞳313が光学的に略一致するようにし、かつ発光部331の像の大きさが撮影レンズ312の入射瞳313内に入るようにして光量損失を防止しつつ、観察者の瞳孔位置の検出を高精度に行っている。

【0066】以上の構成からなる瞳孔位置検出装置120を、図1に示すように立体画像表示装置の本体100の前面下部に配置し、両カメラの撮影範囲を観察者の顔領域に設定する。

【0067】本体100の上部に配置した場合には、観察者の臉が瞳孔を遮蔽しやすく、後に述べる瞳孔の輝点像が欠けやすいため、下部に配置することが望ましい。

【0068】この状態で撮影された観察者200の撮影画面を図4、図5に示す。

【0069】図4は、可視光カメラとしての撮像手段320による観察者の撮影画像である。図5は、赤外光カメラとしての撮影手段310による撮影画像である。

【0070】図4において、201は観察者の撮影画像であり、202は眼の瞳孔像である。赤外領域での眼の網膜と、網膜以外の反射率が異なること、および、図3の構成で、発光部331とディスプレイ110が観察者200からほぼ等距離にあることから、観察者200がディスプレイ110を観察している状態では、観察者200の眼の網膜上に赤外光発光手段330の発光部331の像が結像する。

【0071】発光部331の像からの反射光が眼のレンズの作用により赤外光カメラ310の入射瞳313の位置に再度結像する効果のため、赤外光カメラ310のピントを基準観察距離に設定しておくことにより、赤外線カメラ310では図5に示すように観察者200の眼の瞳孔像202が輝点として撮影される。

【0072】図5に示す赤外光カメラ310で得られる瞳孔像202から公知の画像処理方法により、観察者の左右眼の瞳孔位置情報を検出する。

【0073】この情報を基に、赤外光カメラ310と可視光カメラ320が同軸で、同画角であることを利用して、図4に示す可視光カメラ320の顔画像の目を、公知のパターンマッチング法によってトラッキングして観察者200の瞳孔の左右（X軸方向）、上下（Y軸方向）位置をリアルタイムに検出する。

【0074】ここで、この左右、上下位置情報を基に観察者200の前後（Z軸方向：紙面の垂直方向）位置を推定する方法について述べる。

【0075】図4に示すように撮影画像上での左右眼の瞳孔間距離を E_i 、標準眼間距離を E 、立体画像表示装置の基準観察距離を L 、標準眼間距離 E の観察者が基準観察距離 L で観察状態にある時の画像上での瞳孔間距離を E_i と、としたとき、視点検出装置120と観察者200間距離とディスプレイ110と観察者200間距離が近似的に等しいとの仮定の下に、次式で算出される値 L_i を前後位置（観察者200とディスプレイ10間距離）の推定値とする。

$$【0076】L_i = L * E_i / E$$

赤外光カメラ310による画像と可視光カメラ320による画像を併用することにより、観察者の瞳孔位置を精度良く検出し、追尾することが可能となり、瞬目に対しても安定した出力を得ることができる。

【0077】尚、図3において瞳孔位置検出装置の一要素として筐体121の内部又は外部に画像表示部を設け、観察者が該画像表示部を観察するようにし、このときの観察者の瞳孔情報を検出するようにしても良い。

【0078】又、観察者の瞳孔の代わりに虹彩や角膜等の眼球情報を検出するようにしても良い。

【0079】次に本発明の実施形態2について説明する。

【0080】【実施形態2】実施形態2は、実施形態1に対して構成部品を少なくし、且つ、可視光カメラ、赤

外光カメラの光の利用効率を向上した瞳孔位置検出装置を利用している。

【0081】瞳孔位置検出原理は実施形態1と同様である。

【0082】実施形態2の瞳孔位置検出装置を、図6を用いて、実施形態1との相違点を中心に説明する。

【0083】実施形態1と同一の機能を有する部材は同一番号で表示し、その機能内容の説明を省く。

【0084】図6において、670は可視光を反射し、赤外光を透過する、いわゆるコールドミラーである。

【0085】望ましくは、赤外発光手段330からの発光光の波長領域以下の波長領域を反射し、赤外光発光手段330の発光波長領域を含め、その領域を越える長波長側の波長領域の光線を透過する光学部材である。

【0086】660は赤外光発光手段330の発光波長領域において光分割の作用をなし、且つ望ましくは赤外光発光手段330からの発光光の波長領域を越える長波長領域においては吸収作用、あるいは、反射作用をなす光学部材である。

【0087】実施形態2においても、赤外発光手段330の発光部331から光学部材660までの距離 L_1 と、光学部材660から撮影レンズ312の入射瞳313までの光学的距離 L_2 は等しくなっている。

【0088】上記の構成により、実施形態1での可視光透過フィルター350、バンドパスフィルター340を廃止し、且つ実施形態1に対し、赤外光カメラ310、可視光カメラ320の光利用効率を向上させている。

【0089】なお、可視光カメラ320と赤外光発光手段330、赤外光カメラ、および、光学部材660を入れ替えて、光学部材670に可視光を透過し、赤外光を反射するホットミラーにしても良い。

【0090】次に本発明の実施形態3について説明する。

【0091】【実施形態3】実施形態3は、左右（X軸）、上下（Y軸）とともに、実施形態1においては推定値となっていた瞳孔の前後位置を精度良く検出する機能を有する瞳孔位置検出装置を利用している。

【0092】実施形態3の瞳孔位置検出装置を、図7～10を用いて、実施形態2との相違点を中心に説明する。

【0093】実施形態1、2と同一の機能を有する部材は同一番号で表示し、その機能内容の説明を省く。

【0094】図7において、123は筐体121に明けられた第2の開口である。

【0095】710は瞳孔の前後測距用の赤外LEDなど第2の赤外発光手段である。

【0096】720は赤外光発光手段710からの赤外光を観察者200の位置に集光するための集光レンズを含む光学手段である。

【0097】光学手段720による赤外光の集光位置

は、観察者200がディスプレイ110を基準観察位置で観察している状態の時に、観察者の顔面のほぼ中央に位置するように、赤外光発光手段710と光学手段720が配置されている。

【0098】上記の構成からなる視点検知装置（瞳孔位置検出装置）の赤外光カメラ310で撮影された撮影画像を図8、図9、図10に示す。

【0099】図8は、観察者が基準観察距離にてディスプレイを観察している場合で、図9は観察位置が基準観察距離よりディスプレイに近づいて観察している場合であり、図10は観察位置が基準観察距離よりディスプレイから遠ざかって観察している場合である。

【0100】図8、図9、図10において、白い大きな領域810は光学手段720によって赤外光発光手段10からの赤外光が観察者の顔面上に集光された集光部の輝点像である。

【0101】ここで、基準観察位置で観察している状態を示す図8において、輝点像810の上下方向（Y軸方向）の画面上での座標位置を $y=0$ とし、観察者が近づいた状態の図9の座標を y_n としたとき、輝点位置座標値 y_n から、観察者200の観察距離の算出方法について図11を用いて説明する。

【0102】観察者が遠ざかった状態の図10の場合も同様に算出可能である。

【0103】図11において、基準観察距離（ディスプレイ110と基準観察位置203間の距離） L_0 、基準観察位置203と撮影レンズ312の主点315間の距離 L_{c0} 、基準観察位置203と第2の赤外光発光手段710間の距離 L_{i0} 、第2の赤外光発光手段710と赤外光カメラ310の光軸 L_{xa} との距離 L_3 、赤外光カメラ310の撮影レンズ312の主点315と撮像素子311の撮像面の距離 l 、観察者が近づいた位置204での観察距離 L_n 、観察者が近づいた位置204と撮影レンズ312の主点315間の距離 L_c 、観察者が近づいた位置204と赤外光発光手段710間の距離 L_i 、観察者200の顔面上の赤外光集光位置204のカメラ光軸 L_{xa} からの距離 Y_n 、とすれば、図11より、

$$Y_n = L_3 * (L_{i0} - L_i) / L_{i0} \quad \text{----- (1)}$$

$$y_n = Y_n * l / L_{c0} \quad \text{----- (2)}$$

ここで、近似的に

$$L_0 = L_{c0} = L_{i0}$$

$$L_n = L_c = L_i$$

であるから、(1)、(2)式より、

$$L_n = L_0 * (1 - y_n / L_3)$$

となる。

【0104】 L_0 、 L_3 は立体画像表示装置、瞳孔位置検出装置の設計時に前提とする条件であるから、これより観察距離 L_n が求まる。

【0105】本実施形態では以上のようにして観察者が基準観察位置203から前後方向に移動したときの位置

204を検出している。

【0106】次に本発明の実施形態4について説明する。

【0107】〔実施形態4〕実施形態4は、実施形態3に改良を加え、使用する赤外光発光手段、あるいは、光学部材の個数の削減を図った視点位置検知装置を利用している。

【0108】実施形態4を、図12、13を用いて説明する。

【0109】実施形態1～3と同一機能を有する部材は同一の番号を付して説明を省く。

【0110】図12において、1210はミラーである。

【0111】図の構成により、赤外光発光手段330から発光された赤外光のうち光学部材660を通過した光線がミラー1210で反射され集光機能を有する光学手段620によって観察者220の顔面に集光される。

【0112】また、図13はその変形例で、図12のミラー1210を曲面（球面、非球面）ミラー1310に代えて、光学手段720を削除したものである。

【0113】図12、13によれば、赤外光発光手段の個数を削減し、赤外光の有効利用が可能となり、また、構成部材の削減が可能となる。

【0114】なお、瞳孔の位置情報の算出は実施形態3に準じて行っている。

【0115】次に本発明の実施形態5について説明する。

【0116】〔実施形態5〕実施形態5は、図6の実施形態2に改良を加え、赤外光の利用効率を向上した視点位置検知装置を利用している。

【0117】ただし、この方法は他の実施形態1、3、4にも適用可能である。

【0118】実施形態1、2と同一機能を有する部材は同一の番号を付して説明を省き、実施形態2との相違点を中心に説明する。

【0119】図6の実施形態2において、赤外発光手段330からの赤外光の一部は光学部材660によって反射されるが、他の一部は光学部材660を透過して、視点検知装置120の筐体121の内面を照射する。

【0120】この照射光が筐体内面で反射されるとノイズ光となるため、実施形態2では光吸収部材380が筐体内面に配置されている。

【0121】光吸収部材380で完全に吸収されないで残った赤外光のうち、乱反射した光線は再度光学部材660で反射し、赤外光カメラ310に入射する場合がある。

【0122】この光は、網膜反射による瞳孔の輝点像を画像処理で検出する際にノイズとして作用するため、検出性能の劣化の要因となる。

【0123】特に、小型の瞳孔位置検出装置を実現しよ

うとするときには、光吸収部材380と赤外光カメラ310の距離が短くなるため吸収特性の向上が必要となる。

【0124】本実施形態ではその対策を盛り込んでおり、本実施形態5の構成を、図14を用いて説明する。

【0125】図14において、124は視点位置検出装置120の筐体121の赤外光の照射量の多い部分に明けられた孔であり、1410は赤外光に対して吸収特性を有し、且つ拡散性の低い光学部材である。

【0126】この構成では、赤外発光手段330からの赤外光のうち光学部材660を通過した赤外光は筐体121の外部に放出されるため、赤外光カメラ310に入射するノイズ光が低減し、赤外発光手段330の発光強度が少なくても画像処理による瞳孔の輝点検出が可能となる。

【0127】図15は本実施形態の更なる改良形の説明図である。

【0128】図14の構造において、光学部材1410で反射し、一旦外部に放出された赤外光が、外部の物体に照射され、その反射光が筐体121内に戻るとノイズの要因となる可能性がある。

【0129】図15は、その対策を盛り込んでいる。

【0130】図15において、1510は光学部材1410と同様な特性、即ち赤外光に対して吸収特性を有し、拡散性の低い光学部材である。

【0131】図のような構造では、開口124を通過して筐体121の外部に放出された赤外光は2枚の光学部材1410、1510によって相互に反射し、吸収されるためノイズ光は筐体121内に戻らず確実に遮断される。

【0132】次に本発明の実施形態6～8を図16～図18を用いて説明する。

【0133】【実施形態6～8】以下の実施形態においては、筐体等は省略し、これまでと同様に、既述の実施形態と同じ機能をなす部材は同一番号を付して説明を省く。

【0134】図16の実施形態6は、図6の実施形態2に改良を加え、撮影レンズの使用個数を減らした視点位置検出装置を利用している。

【0135】図16の、実施形態6において、撮影レンズ312の背後で光分割手段360で光を分割することにより、撮影レンズ1ヶで可視光と、赤外光の撮影を可能としている。

【0136】図17の実施形態7は、図7の実施形態3に改良を加え、赤外発光手段の光利用効率を向上し、また、形態の小型化を図った視点位置検出装置を利用している。

【0137】図17の実施形態7において、332は赤外発光手段330の赤外光を集光するためのレンズであり、赤外発光手段330の発光部331が撮影レンズ3

12の射出瞳313の位置に結像する配置となっている。

【0138】また、その結像した発光部の像の大きさが、撮影レンズ312の射出瞳313の面積(寸法)より小さくなるよう構成することにより赤外光の有効利用を図っている。

【0139】図18の実施形態8は、さらに、図17の実施形態7に改良を加え、撮影レンズの個数を減らした視点位置検出装置を利用している。

【0140】図19の実施形態8において、910、920、930は、色分解や色合成用のいわゆる3Pプリズムを構成している。

【0141】プリズム910の面911は、赤外光においてハーフミラーの作用をなし、可視光は透過の作用をなす特性を有し、プリズム920の面921は、可視光を反射し赤外光を透過する作用をなす特性を有している。

【0142】本実施形態においても、赤外発光手段330の発光部331が集光レンズ332によって撮影レンズの入射瞳313の位置に結像するように配置することが望ましい。

【0143】赤外発光手段、撮像素子の配置にあわせ、各プリズムの特性を適当に設定することにより種々の実施形態が可能となる。

【0144】以上のように本実施形態によれば、

- ・赤外光を利用して精度良く検出した瞳孔位置情報を基に、可視光領域で撮影した眼の画像を利用して瞳孔の位置を追尾するため、瞳孔位置をリアルタイムに正確に検出できること、
- ・赤外発光手段の発光部の位置と撮影レンズの入射瞳の位置を、光学的に略一させることや、赤外光の照射される筐体部に開口を設けてノイズ光の低減を図ることにより、赤外光の使用効率を向上し、効率よく瞳孔位置を検出できるので投光量が少なく済み安全であること、
- ・また、瞳孔の水平、垂直位置とともに、瞳孔の画像上の間隔から前後位置をも検出することが出来こと、などの効果が得られる。

【0145】

【発明の効果】本発明によれば、赤外発光手段と赤外光領域を撮影する撮影手段を用い、赤外発光手段と撮影手段のレンズを光学的に同軸に配置し、赤外発光手段の発光部の位置と該撮像素子の撮影レンズの入射瞳の位置を光学的に略一致せしめるように配置することにより、撮影手段から得られる被写体の眼の瞳孔像とそれ以外の明るさの比が大きくなり画像処理による瞳孔位置の検出が容易となる瞳孔位置検出装置及びそれを用いた画像表示装置を達成することができる。

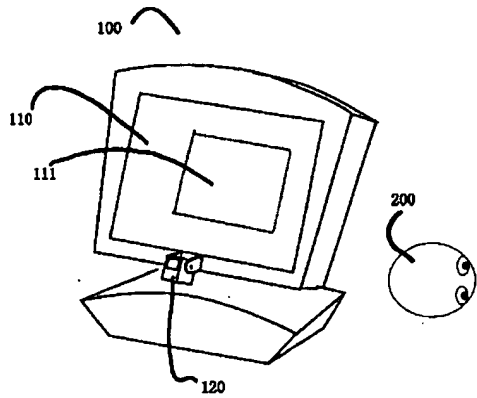
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部外観図

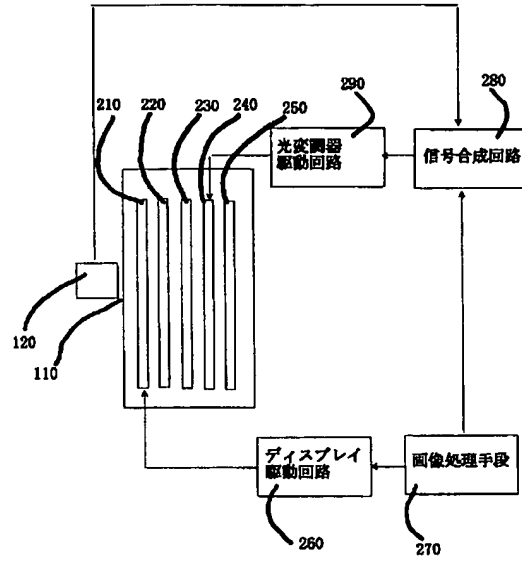
【図2】 本発明の実施形態1のシステムブロック図

【図 3】	本発明の実施形態 1 の説明図	3 1 1	赤外光カメラの撮像素子
【図 4】	本発明の実施形態 1 の撮影画面の説明図	3 1 2	赤外光カメラの撮影レンズ
【図 5】	本発明の実施形態 1 の撮影画面の説明図	3 1 3	赤外光カメラの撮影レンズの入射瞳
【図 6】	本発明の実施形態 2 の説明図	3 1 5	赤外光カメラの撮影レンズの主点
【図 7】	本発明の実施形態 3 の説明図	3 2 0	可視光カメラ
【図 8】	本発明の実施形態 3 に係る撮影画面の説明図	3 2 1	可視光カメラの撮像素子
【図 9】	本発明の実施形態 3 に係る撮影画面の説明図	3 2 2	可視光カメラの撮影レンズ
【図 10】	本発明の実施形態 3 に係る撮影画面の説明図	3 2 3	可視光カメラの撮影レンズの入射瞳
【図 11】	本発明の実施形態 3 の距離算出の説明図	3 3 0	赤外光発光手段
【図 12】	本発明の実施形態 4 の説明図	3 3 1	赤外光発光手段の発光部
【図 13】	本発明の実施形態 4 の変形例の説明図	3 3 2	集光レンズ
【図 14】	本発明の実施形態 5 の説明図	3 4 0	バンドパスフィルター
【図 15】	本発明の実施形態 5 の変形例の説明図	3 5 0	赤外光カットフィルター
【図 16】	本発明の実施形態 6 の説明図	3 6 0、3 7 0	光分割器
【図 17】	本発明の実施形態 7 の説明図	3 8 0	光吸収部材
【図 18】	本発明の実施形態 8 の説明図	6 6 0、6 7 0	光学手段
【符号の説明】		7 1 0	第 2 の赤外光発光手段
1 0 0	立体画像表示装置本体	7 2 0	光学手段
1 1 0	ディスプレイ	8 1 0	赤外光集光部の赤外光カメラの画像
1 1 1	3 D ウィンドウ	9 1 0、9 2 0、9 3 0	3 P プリズム
1 2 0	視点位置検出装置	9 1 1、9 2 0	プリズム 9 1 0、9 2 0 の面
1 2 1	視点位置検出装置の筐体	1 2 1 0	ミラー
1 2 2、1 2 3、1 2 4	筐体に設けられた開口	1 3 1 0	球面ミラー
2 0 0	観察者	1 4 1 0、1 5 1 0	赤外光吸収部材
2 0 1	観察者の顔画像	E	観察者の標準眼間距離
2 0 2	観察者の眼の瞳孔像	Ei	撮影画面上での眼間距離
2 0 3	基準観察位置	Eis	標準眼間距離の観察者が基準観察位置で観察しているときの撮影画面上での眼間距離
2 0 4	観察者がディスプレイに近づいた場合の位置	l	赤外光カメラの主点と撮像素子間距離
2 2 0	縦レンチキュラーレンズ（縦シリンドリカルレンズアレイ）	L	観察距離
2 3 0	横レンチキュラーレンズ（横シリンドリカルレンズアレイ）	L 0	基準観察距離
2 4 0	光変調器	L 1	赤外光発光手段と光分割器間距離
2 5 0	バックライト光源	L 2	光分割器と赤外光カメラの撮影レンズの入射瞳間距離
2 6 0	ディスプレイ駆動回路	L 3	第 2 の赤外光発光手段と赤外光カメラの光軸間距離
2 7 0	画像処理手段	Y n	観察者が近づいたときの赤外光の集光部と赤外光カメラの光軸間距離
2 8 0	信号合成回路	y n	観察者が近づいたときの赤外光の集光部の画像と赤外光カメラの光軸間距離
2 9 0	光変調器駆動回路	X, Y, Z	座標
3 1 0	赤外光カメラ		

【図 1】



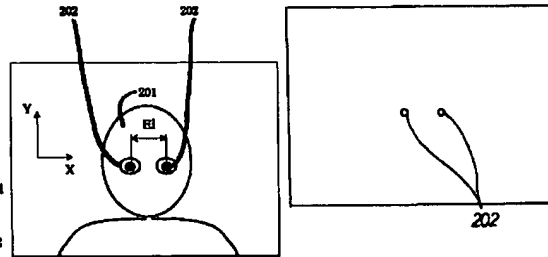
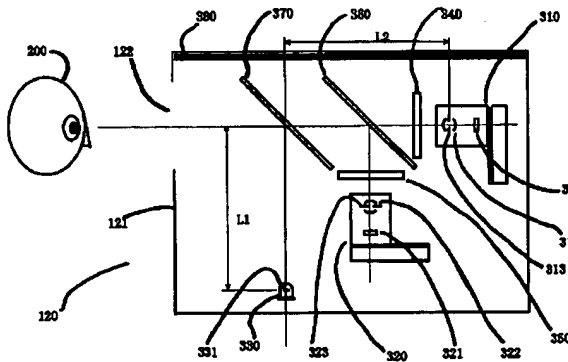
【図 2】



【図 3】

【図 4】

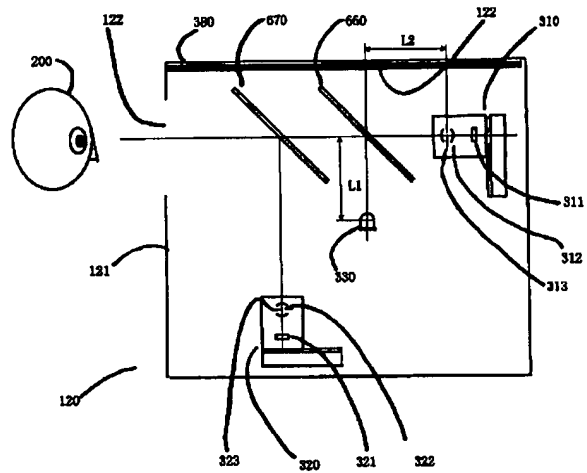
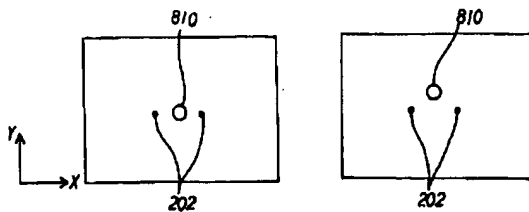
【図 5】



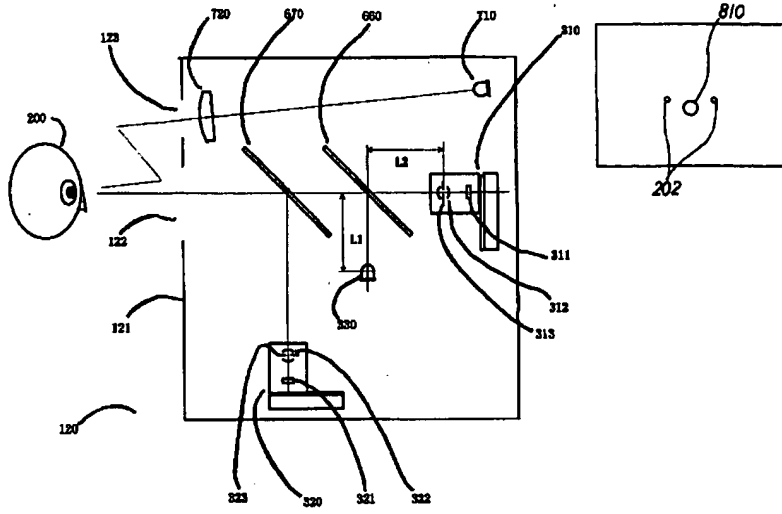
【図 6】

【図 8】

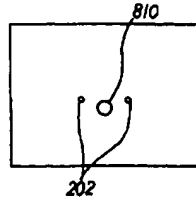
【図 9】



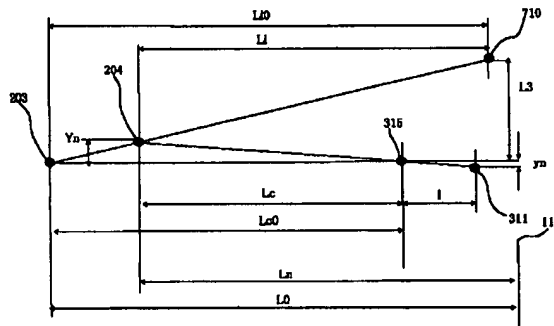
【図 7】



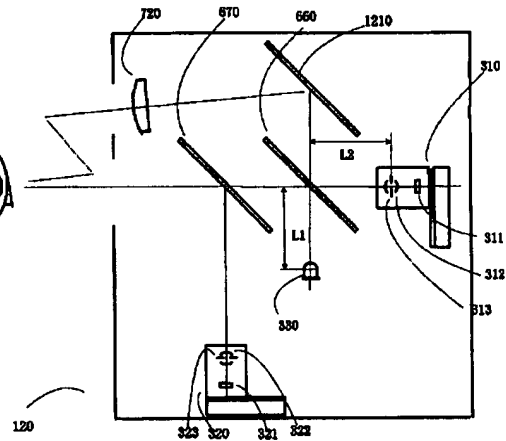
【図 10】



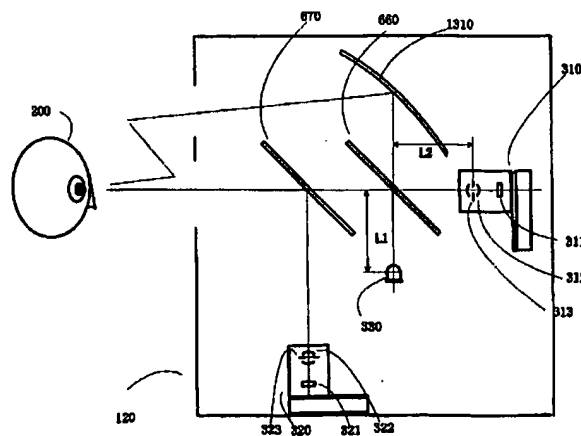
【図 11】



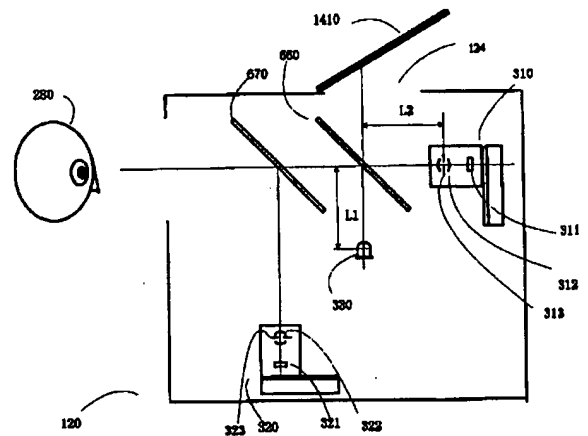
【図 12】



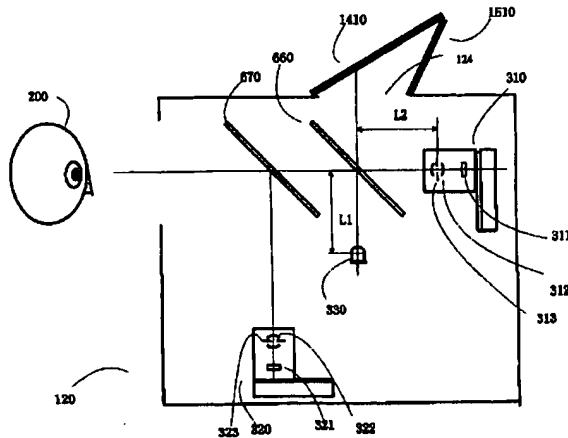
【図 13】



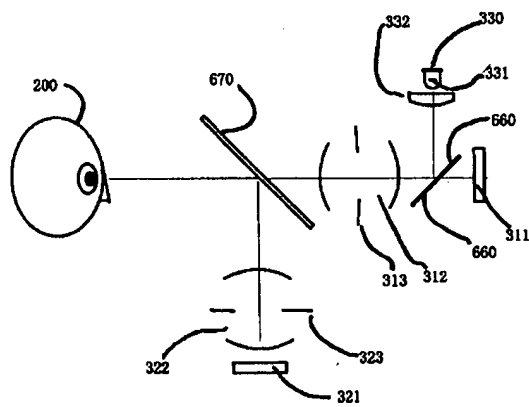
【図 14】



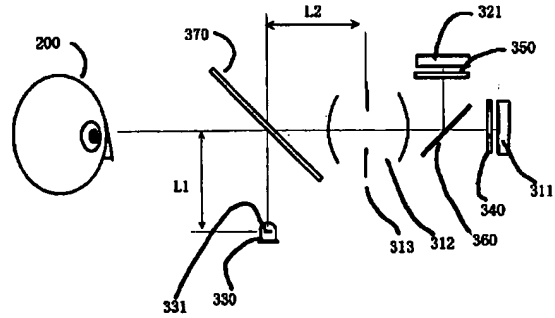
【図 15】



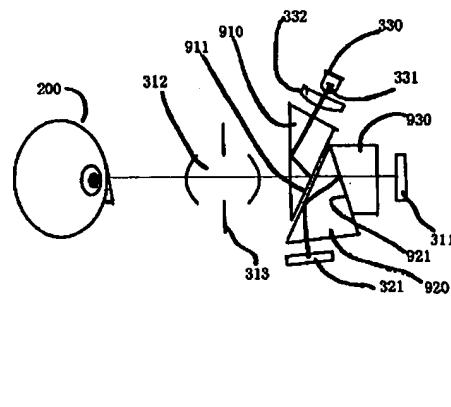
【図 17】



【図 16】



【図 18】



【手続補正書】

【提出日】平成12年10月13日（2000. 10. 13）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正内容】

【0075】図4に示すように撮影画像上での左右眼

の瞳孔間距離を E_i 、標準眼間距離を E 、立体画像表示装置の基準観察距離を L 、標準眼間距離 E の観察者が基準観察距離 L で観察状態にある時の画像上での瞳孔間距離を E_{is} 、としたとき、視点検出装置120と観察者200間距離とディスプレイ110と観察者200間距離が近似的に等しいとの仮定の下に、次式で算出される値 L_i を前後位置（観察者200とディスプレイ110間距離）の推定値とする。

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

G 0 6 T 17/40

H 0 4 N 7/18

13/04

識別記号

F I

H 0 4 N 7/18

13/04

A 6 1 B 3/10

テーマコード（参考）

C

B

(72)発明者 高木 章成
神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA04 AA06 AA19 BB07
CC16 DD00 DD06 DD09 DD12
FF04 FF42 GG07 GG12 GG21
HH13 JJ03 JJ05 JJ09 JJ19
JJ26 LL00 LL04 LL22 LL26
LL30 LL41 LL46 NN20 QQ26
QQ28 QQ36 QQ38
2H059 AA35
5B050 DA04 DA05 EA07 FA06
5C054 CA04 CA05 CC05 CC06 FA02
FD02 HA05
5C061 AA06 AA07 AB12 AB17 AB24